

# GAS DISCHARGE PANEL AND ITS MANUFACTURING METHOD

Publication number: JP2003272532

Publication date: 2003-09-26

Inventor: AKIYAMA KOJI

Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

Classification:

- international: **H01J9/02; H01J11/02; H01J9/02; H01J11/02; (IPC1-7):**  
H01J11/02; H01J9/02

- european:

Application number: JP20020073616 20020318

Priority number(s): JP20020073616 20020318

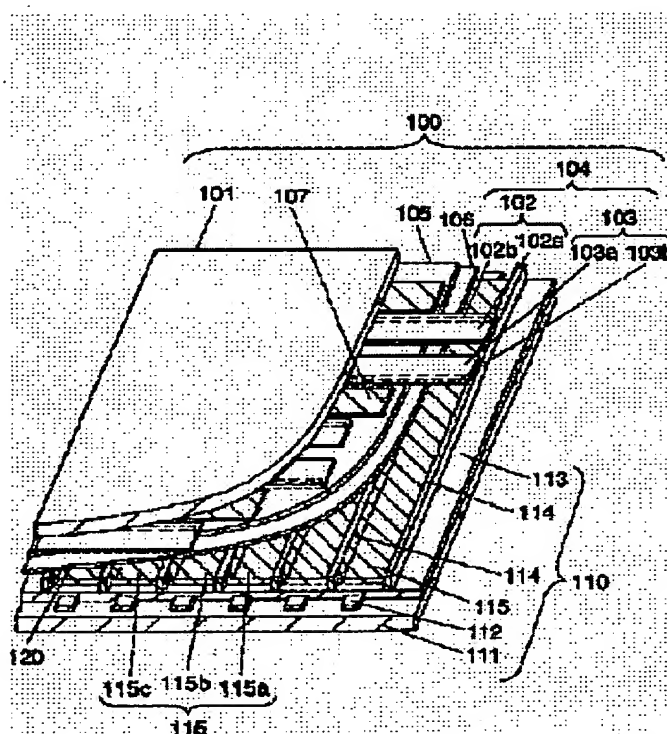
Report a data error here

## Abstract of JP2003272532

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a gas discharge panel for PDP of high reliability capable of reducing its discharge start voltage, establishing high brightness, and unlikely to generate a deterioration with the time and provide a manufacturing method for the discharge panel.

**SOLUTION:** The gas discharge panel includes a front face plate 100 of such a structure that display electrode couples 104, a dielectric substance layer 105 covering them, and a protection layer 106 are formed on a front base board 101, and a back face plate 110 of such a structure that at least phosphor layers 115 and barrier ribs 114 are formed on a rear substrate 111, in such an arrangement that the front face plate 100 and the back face plate 110 are confronting with a discharging space 120 interposed, wherein the protection layer 106 contains chiefly elements belonging to group II and group VI in the periodic table and also contains at least one additive element selected among the elements in group I and group V, and the concentration of the additive element on the side with the discharging space 120 is smaller than on the side with the dielectric substance layer 105 in the film thickness direction directed from the dielectric substance layer 105 toward the discharging space 120.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USE 10)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-272532

(P2003-272532A)

(43) 公開日 平成15年9月26日 (2003.9.26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 J 11/02		H 0 1 J 11/02	B 5 C 0 2 7
9/02		9/02	F 5 C 0 4 0

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2002-73616(P2002-73616)

(22) 出願日 平成14年3月18日(2002.3.18)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 秋山 浩二

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

Fターム(参考) 5C027 AA07

5C040 FA01 FA04 GB02 GB03 GE01

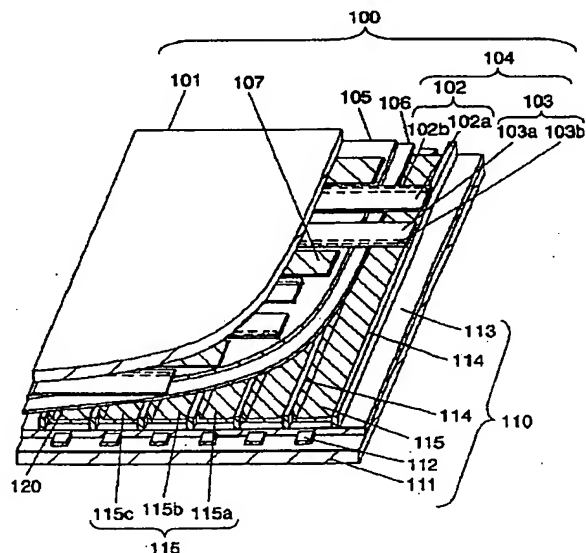
GE08 GE09 JA07 MA03

(54) 【発明の名称】 ガス放電パネルおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 放電開始電圧を低減し高輝度を実現するとともに、かつ経時劣化の生じ難い高信頼性のPDP用ガス放電パネルおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 前面側基板101上に表示電極対104とそれを覆う誘電体層105と保護層106とが形成された前面板100と、もう一方の背面側基板111上には少なくとも蛍光体層115と隔壁114が形成された背面板110とを放電空間120を介して対向させてなる構成において、上述の保護層106が周期表第Ⅰ族および第Ⅴ族の元素を主成分とし、かつ周期表第Ⅰ族と周期表Ⅴ族の元素とから選択された少なくとも1つの添加元素を含有し、誘電体層105側から放電空間120側に向かう膜厚方向において放電空間120側の添加元素の濃度が誘電体層105側に比べて小さくなるようにした構成を有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透明で絶縁性の前面側基板上に複数の表示電極対とそれを覆う誘電体層と保護層とが形成された前面板と、背面側基板上に少なくとも蛍光体層と隔壁が形成されてなる背面板とを放電空間を介して対向させて構成されるガス放電パネルであって、

前記保護層が周期表第Ⅰ族および第ⅤⅠ族の元素を主成分とし、かつ周期表第Ⅰ族と周期表第Ⅴ族の元素とから選択された少なくとも 1 つの添加元素を含有し、前記誘電体層側から前記放電空間側に向かう膜厚方向において、前記添加元素の濃度が前記誘電体層側に比べて前記放電空間側が小さいことを特徴とするガス放電パネル。

【請求項 2】 前記保護層内の添加元素の濃度が、誘電体層側から放電空間側の膜厚方向にむけて連続的に減少していることを特徴とする請求項 1 に記載のガス放電パネル。

【請求項 3】 前記保護層内の添加元素の濃度が、誘電体層側から放電空間側の膜厚方向にむけてステップ状に減少していることを特徴とする請求項 1 に記載のガス放電パネル。

【請求項 4】 前記保護層内の添加元素の濃度が、誘電体層側から放電空間側の膜厚方向に向けて連続的に減少する領域とステップ状に減少する領域とからなることを特徴とする請求項 1 に記載のガス放電パネル。

【請求項 5】 前記保護層内の添加元素の濃度分布における濃度の最小領域が、誘電体層側から放電空間側に向かう膜厚方向において前記放電空間側に存在することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのいずれかに記載のガス放電パネル。

【請求項 6】 前記保護層内の添加元素の濃度が誘電体層側から放電空間側の膜厚方向にむけて大きく変化する点を有し、前記変化する点が前記保護層の膜厚比に対して 0.5 より大きい前記放電空間側の位置に設けられていることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 までのいずれかに記載のガス放電パネル。

【請求項 7】 透明絶縁性基板上に複数の表示電極対とそれを覆う誘電体層と保護層とが形成された前面板と、背面側基板上に少なくとも蛍光体層と隔壁が形成されてなる背面板とを放電空間を介して対向させて構成されるガス放電パネルの製造方法であって、

周期表第Ⅰ族および第ⅤⅠ族の元素を主成分とする固体状の成膜材料と、周期表第Ⅰ族と周期表第Ⅴ族の元素とから選択された少なくとも 1 つの添加元素を含む固体状の成膜材料とを複数の成膜源に配置して、前記添加元素の濃度分布が前記誘電体層側から前記放電空間側に向かう膜厚方向において前記誘電体層側に比べて前記放電空間側が小さくなるように、前記複数の成膜源から蒸発またはスパッタリングにより形成することを特徴とするガス放電パネルの製造方法。

【請求項 8】 前記複数の成膜源は、それぞれ異なる

量の添加元素を含むことを特徴とする請求項 7 に記載のガス放電パネルの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はプラズマディスプレイパネル（以下、PDP と略称する）に代表されるガス放電パネルおよびその製造方法に係わり、特に対向 3 電極面放電型とよばれる交流駆動の PDP 用ガス放電パネルに関する。

【0002】

【従来の技術】 PDP 用ガス放電パネルは、ガス放電によって発生した紫外線で蛍光体を励起発光させ、画像表示する平面型ディスプレイである。その放電の形成手法から交流（AC）型と直流（DC）型とに分類される。AC 型は、輝度、発光効率、寿命の各特性で DC 型より優れ、特に、AC 型の中でも、反射型面放電タイプは輝度、発光効率の点で際立っているため、このタイプのものは広く利用されている。

【0003】 面放電形 AC ガス放電パネルは、前面板と背面板とを放電空間を有して貼り合わせた構成であり、前面板には一対の表示電極対が複数個配列され、その上に誘電体層と保護層とが形成されている。また、背面板には複数のアドレス電極と、このアドレス電極に平行に隔壁が形成され、さらに隔壁間には蛍光体層が形成されている。なお、前面板に形成された表示電極対と背面板に形成されたアドレス電極とは直交するように貼り合わされる。

【0004】 AC 駆動型の PDP では、表示電極対上に形成する誘電体層が特有の電流制限機能を示すので、DC 駆動型の PDP に比べて長寿命にできる。この誘電体層は表示電極対とブラックマトリクスとの形成後で、しかも、これらを確実に覆うように形成することが必要とされるために、一般的には低融点ガラスを印刷・焼成方式で形成している。また、保護層はプラズマ放電により誘電体層がスパッタリングされないようにするために設けるもので、耐スパッタリング性に優れた材料であることが要求される。このために、酸化マグネシウム（MgO）が多く用いられている。なお、この MgO は大きな二次電子放出係数（ $\gamma$ ）を有しているため、放電開始電圧を低減する効果もある。

【0005】 前面板と背面板とを対向させると、前面板と背面板との間で、かつそれぞれ 2 本の隔壁で囲まれたストライプ状の放電空間が生じる。この空間にネオン（Ne）とキセノン（Xe）の混合ガスを約 66.5 kPa の圧力となるように充填し、それぞれの表示電極対間に数 10 kHz ～ 数 100 kHz の交流電圧を印加して放電させると、励起された Xe 原子が基底状態に戻る際に発生する紫外線により蛍光体層を励起することができ、この励起により蛍光体層は、塗布された材料に応じて赤（R 光）、緑（G 光）、または青（B 光）の発光

をするので、アドレス電極により発光させる画素および色の選択を行えば、所定の画素部に必要な色を発光させることができ、カラー画像を表示することが可能となる。

【0006】このようなガス放電パネルにおいては、より低電圧で駆動でき、かつ高輝度とすることが要求されている。これに対して、一般的に使用されているXeとNeとからなる放電ガスにかえて、さらにアルゴン(Ar)を添加した放電ガスを用いることで放電開始電圧を低減する方法が提案されている。これは、Arガスのベニング効果によって放電開始電圧を下げ、発光輝度を向上させる方法である(特開2000-156164号公報)。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】画像表示においては、VGA(640×480)以上の解像度を有しておれば、画面輝度が高いほど表示画像が美しく見える。また、画面輝度を高くできれば、前面板の光の透過率を若干落として外光の反射を抑えることで明所コントラストを高めることができ、明所でも美しい画像を表示できる。PDPにおいて発光輝度を上げるには、駆動電圧を上げて投入する電力を大きくすることが考えられる。しかし、PDPではもともと駆動電圧そのものが高いため、さらに電圧を上げると誤放電が生じたり、ドライバ回路素子の高耐圧化が必要となりコスト高になる等の課題が生じる。したがって、単純に駆動電圧を上げることはできず、このためカラー陰極線管(CRT)の画像表示に比べて明所コントラストが低い。

【0008】上記の例は、放電ガスにArを添加することによりベニング効果によって放電開始電圧を低減し、同じ駆動電圧でも放電電流を増加させて高輝度を実現するものである。つまり、放電開始電圧を低くすることで、その分放電電流を増加でき、したがって投入電力を増加することが可能となり、より高輝度の画像表示が得られる。しかし、Arを添加すると、周知のようにArは固体物質の表面をスパッタし易い性質を有しているため、MgO保護層がスパッタされて表面は損傷を受ける。このような損傷が生じると、MgO保護層の二次電子放出係数( $\gamma$ )が低下する。この結果、経時劣化が生じる。例えば、数千時間の駆動動作によって、放電開始電圧が上昇し、輝度が低下してしまう。

【0009】本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、放電開始電圧を低減し高輝度を実現するとともに、かつ経時劣化の生じ難い高信頼性のPDP用ガス放電パネルおよびその製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明のガス放電パネルは、透明で絶縁性の前面側基板上に複数の表示電極対とそれを覆う誘電体層と保護層と

が形成された前面板と、背面側基板上に少なくとも蛍光体層と隔壁が形成されてなる背面板とを放電空間を介して対向させて構成されるガス放電パネルであって、保護層が周期表第Ⅰ族および第Ⅴ族の元素を主成分とし、かつ周期表第Ⅰ族と周期表第Ⅴ族の元素とから選択された少なくとも1つの添加元素を含有し、誘電体層側から放電空間側に向かう膜厚方向において放電空間側の添加元素の濃度が誘電体層側に比べて小さい構成を有する。

【0011】この構成により、保護層の放電空間側に電子が存在する割合を増加させることができ、保護層の二次電子放出係数( $\gamma$ )を大きくすることができる。この結果、放電開始電圧を低減し、高輝度のガス放電パネルが実現される。さらに、保護層の放電空間側に従来構成に比べて電子の存在する割合を増加できるので、保護層が長時間の使用により表面の変質が生じても $\gamma$ の変動が生じ難く、信頼性の大きなガス放電パネルが得られる。

【0012】また、本発明のガス放電パネルは、保護層内の添加元素の濃度が誘電体層側から放電空間側の膜厚方向にむけて連続的に減少している構成を有する。

【0013】また、本発明のガス放電パネルは、保護層内の添加元素の濃度が誘電体層側から放電空間側の膜厚方向にむけてステップ状に減少している構成を有する。

【0014】また、本発明のガス放電パネルは、保護層内の添加元素の濃度が誘電体層側から放電空間側の膜厚方向に向けて連続的に減少する領域とステップ状に減少する領域とからなる構成を有する。

【0015】また、本発明のガス放電パネルは、保護層内の添加元素の濃度分布における濃度の最小領域が誘電体層側から前記放電空間側に向かう膜厚方向において放電空間側に存在する構成を有する。

【0016】また、本発明のガス放電パネルは、保護層内の添加元素の濃度が誘電体層側から放電空間側の膜厚方向にむけて大きく変化する点を有し、この変化する点が保護層の膜厚比に対して0.5より大きい放電空間側の位置に設けられた構成を有する。

【0017】また、本発明のガス放電パネルの製造方法は、透明絶縁性基板上に複数の表示電極対とそれを覆う誘電体層と保護層とが形成された前面板と、もう一方の基板上には少なくとも蛍光体層と隔壁が形成されてなる背面板とを放電空間を介して対向させて構成されるガス放電パネルの製造方法であって、周期表第Ⅰ族および第Ⅴ族の元素を主成分とする固体状の成膜材料と、周期表第Ⅰ族と周期表第Ⅴ族の元素とから選択された少なくとも1つの添加元素を含む固体状の成膜材料とを複数個の成膜源に配置して、上述の添加元素の濃度分布が、誘電体層側から放電空間側に向かう膜厚方向において放電空間側が誘電体層側に比べて小さくなるように、複数個の成膜源から蒸発またはスパッタリングにより形成する方法からなる。この製造法により、保護層の膜厚方向

における添加元素の濃度分布を自由に設定することができるだけでなく、量産性のよい装置構成が実現される。

【0018】また、本発明のガス放電パネルの製造方法は、複数個の成膜源がそれぞれ異なる量の添加元素を含むようにした方法からなる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0020】（第1の実施の形態）図1は本第1の実施の形態のPDP用ガス放電パネルの要部斜視図であり、図2はアドレス電極に沿って切断した断面図である。

【0021】透明で絶縁性の前面側基板101上に、表示電極対104とブラックマトリクス107と、これらを覆うように誘電体層105とが形成され、さらにこの誘電体層105上に保護層106が形成されて、前面板100が構成される。この表示電極対104は、サステイン電極102とスキアン電極103とで構成されており、これらは透明導電膜102a、103aと、さらに配線抵抗を小さくするためのバス電極102b、103bとにより構成されている。なお、このバス電極102b、103bは、それぞれ透明導電膜102a、103a上に平行で、かつこの透明導電膜102a、103aよりも細幅に形成されている。このような表示電極対104が前面側基板101上に一定のピッチを有して必要な表示本数形成されている。

【0022】透明導電膜102a、103aは、インジウム錫酸化物（ITO）、酸化錫（ $\text{SnO}_2$ ）等の透明導電性材料を印刷・焼成あるいはスパッタリング等の方式で形成する。この透明導電性材料単独では電極としての抵抗を低くできないために、特に大画面のPDPにおいては、この導電膜による電力のロスが無視し得ない値となる。これを防止するために透明導電膜102a、103a上にバス電極102b、103bとして、抵抗の低い銀やアルミニウムや銅等の単層構成膜、あるいはクロムと銅の2層構成、クロムと銅とクロムの3層構成等の積層構成膜を、印刷・焼成方式やスパッタリング等の薄膜形成技術で形成する。

【0023】例えば、透明導電膜102a、103aとしてITOをスパッタリングで約 $0.2\mu\text{m}$ ～ $0.5\mu\text{m}$ 形成した場合、この膜のシート抵抗は約 $10\Omega/\square$ ～ $25\Omega/\square$ となる。一方、バス電極102b、103bとして銀を印刷方式で約 $2\mu\text{m}$ ～ $10\mu\text{m}$ 形成すると、シート抵抗は約 $1\text{m}\Omega/\square$ ～ $3\text{m}\Omega/\square$ となる。透明導電膜102a、103aとバス電極102b、103bとが並列に形成されているので、表示電極対104のシート抵抗は、このバス電極102b、103bでほぼ決まり十分に低い抵抗とすることができる。

【0024】AC駆動型のPDPでは、表示電極対104上に形成する誘電体層105が特有の電流制限機能を示すので、DC駆動型のPDPに比べて長寿命にでき

る。この誘電体層105は表示電極対104とブラックマトリクス107との形成後で、しかも、これらを確実に覆うように形成することが必要とされるために、一般的には低融点ガラスを印刷・焼成方式で形成している。ガラスペースト材料としては、例えば酸化鉛（ $\text{PbO}$ ）、酸化ケイ素（ $\text{SiO}_2$ ）、酸化ホウ素（ $\text{B}_2\text{O}_3$ ）、酸化亜鉛（ $\text{ZnO}$ ）、および酸化バリウム（ $\text{BaO}$ ）等を含む、いわゆる（ $\text{PbO}-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3-\text{ZnO}-\text{BaO}$ ）系ガラス組成を有する低融点ガラスペーストを用いることができる。このガラスペーストを用いて、例えばスクリーン印刷と焼成とを繰り返すことで、所定の膜厚の誘電体層105を容易に得ることができる。なお、この膜厚は表示電極対104の厚さや、目標とする静電容量値等に応じて設定すればよい。本第1の実施の形態では約 $40\mu\text{m}$ の膜厚とした。さらに $\text{PbO}$ 、酸化ビスマス（ $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ）および酸化リン（ $\text{PO}_3$ ）の少なくとも1つを主成分とするガラスペーストを用いてもよい。

【0025】また、保護層106は先述したように、プラズマ放電により誘電体層105がスパッタリングされないようにするために設けるもので、耐スパッタリング性に優れた材料であることが要求される。このために、 $\text{MgO}$ が多く用いられている。この $\text{MgO}$ 膜の形成については、後にさらに詳しく述べる。

【0026】一方、同様に透明で絶縁性を有する背面側基板111上に、画像データを書き込むためのアドレス電極112が前面板100の表示電極対104に対して直交する方向に形成される。このアドレス電極112を覆うように背面側基板111面上に下地誘電体層113を形成した後、このアドレス電極112と平行で、かつアドレス電極112、112間のほぼ中央部に隔壁114を形成し、さらに2つの隔壁114、114で挟まれた領域に、隔壁114、114の上部まで含めて蛍光体層115が形成されて、背面板110が構成される。なお、この蛍光体層115は、図1に示すように、R光、G光およびB光に発光する蛍光体層115a、115b、115cが隣接して形成され、これらで画素を構成している。

【0027】なお、アドレス電極112は前面板100のバス電極102b、103bと同様な材料と成膜法で形成することができる。また、下地誘電体層113は誘電体層105と同一の材料と成膜方式で形成することもできるし、さらに $\text{PbO}$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ および $\text{PO}_3$ の少なくとも1つを主成分とするガラスペーストを用いてもよい。隔壁114はガラスペーストを複数回スクリーン印刷して約 $120\mu\text{m}$ の厚さに形成すれば、この隔壁114、114で囲まれ $120\mu\text{m}$ 程度の高さを有する空間が放電空間120となる。また、蛍光体層115は、それぞれR光、G光、およびB光に発光する蛍光体を例えばインクジェット法で隔壁114部分に形成することが

できる。

【0028】前面板100と背面板110とを対向させると、それぞれ2本の隔壁114、114、前面側基板101上の保護層106、および背面側基板111上の蛍光体層115で囲まれたストライプ状の放電空間120が生じる。この空間120に先述したNeとXeの混合ガスを約66.5kPaの圧力となるように充填し、それぞれのバス電極102b、103bを介してサステイン電極102とスキャン電極103間に数10kHz〜数100kHzの交流電圧を印加して放電させると、励起されたXe原子が基底状態に戻る際に発生する紫外線により蛍光体層115を励起することができる。この励起により蛍光体層115は、塗布された材料に応じてR光、G光、またはB光の発光をするので、アドレス電極112により発光させる画素および色の選択を行えば、所定の画素部に必要な色を発光させることができ、カラー画像を表示することが可能となる。

【0029】なお、前面板100と背面板110とを対向させた状態では、隔壁114により隣接する放電空間120同士は遮蔽されるようにしてあり、誤放電や光学的クロストークを防ぐような設計がされている。また、図示しないが、背面板110には可視光(400nm〜800nm)に対し高反射率を呈するように、反射鏡を設けることもある。

【0030】次に、本発明の保護層106の作製方法について説明する。図3は、本第1の実施の形態の保護層106を形成するために用いた電子ビーム蒸着装置の概略説明図である。ベルジャ310の内部はバルブ312を介して真空ポンプ311に接続されており、基板ホルダー301に誘電体層105までを形成した前面板100を取り付けた後、バルブ312を開にしてベルジャ310の内部を真空ポンプ311で所定の真空度まで排気する。ベルジャ310の下部には、第1の電子ビーム蒸発源304、第2の電子ビーム蒸発源307および第3の電子ビーム蒸発源309が前面板100に対して均一な膜厚を確保するように所定角度に傾けて配置されている。それぞれの電子ビーム蒸発源は、電子銃302、305、314と、この電子銃からの電子を受けて加熱蒸発させる蒸発物質を保持するハース303、306、308から構成されている。それぞれのハース303、306および308には、第II族および第V族元素であるMgOのペレットが置かれ、しかもそれぞれのハースに設置するMgOのペレットは第II族と第V族の元素とから選択される少なくとも1つの添加元素の量を各々異ならせている。例えば、本実施の形態においては、添加元素としてNa元素を選択し、MgOペレットに対して添加する量を変化させた。すなわち、第1の電子ビーム蒸発源304にはNaを全く添加していないMgOのペレット321、第2の電子ビーム蒸発源307には最大の濃度を添加したMgOペレット322、および第3

の電子ビーム蒸発源309には両者の中間の量のNaを添加したMgOペレット323をそれぞれのハースに配置する。なお、Na源としては、金属ナトリウムだけでなく、ナトリウム化合物も用いることができる。ナトリウム化合物としては、例えば、NaCl、NaNO<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、NaBO<sub>2</sub>、Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>・10H<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、NaHCO<sub>3</sub>またはNaOH等を用いることができる。

【0031】本実施の形態においては、このような電子ビーム蒸着装置を用いて、図4に示すような膜厚方向のNa濃度プロファイルを有するMgOの保護層106を形成した。このような濃度プロファイルを有するMgO膜は、第2の電子ビーム蒸発源307により所定の膜厚となるまで蒸着した後、第1の電子ビーム蒸発源304からさらに最終必要となる膜厚まで蒸着すれば容易に得られる。なお、図4では、横軸は保護層の深さ方向の厚さを示し、縦軸はNaの濃度を示している。このような保護層106を有するガス放電パネルを実施例1とする。

【0032】なお、比較のために図5に示すように、膜厚方向に一定のNa濃度を有するMgO膜、およびNaを添加していないMgO膜も形成して、ガス放電パネルとしての比較評価を行った。一定のNa濃度を有する保護層からなるガス放電パネルを比較例1、Naを添加していない保護層からなるガス放電パネルを比較例2とする。なお、Naの濃度分布については、前面板100と同一距離の位置に配置したSiウェーハ315上に形成されたMgO膜について二次イオン質量分析(SIMS)を行って確認した。

【0033】実施例1、比較例1および比較例2について、同じ駆動電圧波形を印加して放電開始電圧を調べた。この結果、実施例1では162V、比較例1では177V、さらに比較例2では175Vが得られた。一方、比較例1の放電開始電圧である177Vを印加して、全白表示での輝度を評価したところ、実施例1では528cd/m<sup>2</sup>、比較例1では458cd/m<sup>2</sup>、比較例2では468cd/m<sup>2</sup>であった。この結果からわかるように、本発明の構成の保護層では、放電開始電圧を小さくできることが見出された。

【0034】第II族と第V族元素からなる保護層中に、第II族と第V族の元素とから選択される少なくとも1つの元素を添加し、しかも放電空間側のこの添加元素の濃度を小さくすることで、放電開始電圧を低下することができたことについては、以下のように本発明者は考えている。すなわち、MgO保護層106中で、Na原子はMg原子の格子位置に入り込むことで、アクセプターとしての働きをする。図4に示すように、Na原子の濃度がステップ状で、かつ放電空間側の濃度を小さくするような濃度分布を設けることにより、MgO保護層内には図6に示すようなバンド構造が得られる。これに



より保護層106内部に生じる拡散電位によって、保護層106表面にはより多くの電子が存在できるようになる。その結果、保護層106であるMgO表面からの電子放出がより促進されるので放電開始電圧を低下することができたものとする。

【0035】一方、比較例1および比較例2では、アクセプターが保護層106の表面側に片寄って存在しないか、あるいは全く存在しないために、図6に示すような拡散電位が形成されず、保護層の表面側に電子をより多く存在させることができない。このため、上記のような作用が得られず、放電開始電圧を低減できない。ただし、比較例1の方が比較例2に比べて放電開始電圧がやや低くなったのは、Na原子がアクセプターとして作用しており、Na原子を添加していない比較例2より保護層106であるMgO膜表面の電子の数が減少したためと推定している。

【0036】また、実施例1のガス放電パネルを通常使用で5万時間に相当する加速寿命試験を行ったが、放電開始電圧および発光輝度は無視できる程度の変動しか生じず、非常に安定に動作できることが確認された。さらに、このパネルを分解してMgO膜を観察したが、放電ガスによるスパッタで膜厚が減少していないことが確認された。

【0037】なお、本実施の形態では放電ガスとしてNeとXeの混合ガスを用いたが、本発明はこれに限定されるものではなくArより質量数が少なく、MgO膜に対するスパッタリング効果が小さいHeを混合して使用してもよい。

【0038】(第2の実施の形態) 本発明の第2の実施の形態のガス放電パネルは、第1の実施の形態と同様な構成としたが、膜厚方向における第I族と第V族の元素とから選択される少なくとも1つの添加元素の量をそれぞれ変化させた保護層を形成した。これは、図3に示したような蒸着装置でハース中に設置する保護層材料となるMgOベレット中の添加元素であるNa原子の添加量をかえれば所望の分布構造を有する膜が作製できる。このMgO膜中のNa原子の濃度分布を図7(A)から(E)に示すように変化させたガス放電パネルを作製した。

【0039】図7(A)に示す分布を有する保護層は、それぞれNa原子の添加量が異なる電子ビーム蒸発源を2個用いて、最初にNa原子の添加量が最も多い第2の電子ビーム蒸発源307から、最終膜厚比の0.5より大きな厚さとなるまで成膜した後シャッター(図示せず)を閉じて完全に蒸着を止める。その後、Na原子を添加していない第1の電子ビーム蒸発源304を用いて所定の蒸発速度をモニターにより確認してからシャッター(図示せず)を開にして所定の膜厚まで蒸着すると、図に示すようにシャープな濃度分布を有する保護層106が得られる。

【0040】図7(B)に示す分布を有する保護層も図7(A)の場合と同様な電子ビーム蒸発源を2個用い、最初はNa原子の添加量が最も多い第2の電子ビーム蒸発源307から所定の膜厚となるまで蒸発させて成膜した後シャッターを閉じて完全に蒸着を止める。次に、Na原子を添加していない第1の電子ビーム蒸発源304とNa原子の添加量の多い第2の電子ビーム蒸発源307との蒸発速度が、所定の値となるようにそれぞれのシャッターを閉じたまモニターにより調整してからシャッターを開とし蒸着を始める。蒸着開始後、第2の電子ビーム蒸発源307の蒸発速度を徐々に低下させていくことで、図示するような濃度分布を有する保護層が得られる。図7(C)から(E)に示す分布を有する保護層も、上記の方法を組み合わせることで容易に得ることができるので、説明は省略する。

【0041】このようにして作成した5種類の濃度分布の保護層を有するガス放電パネルについて、第1の実施の形態と同様な評価を行ったところ、放電開始電圧は5種類のパネルともに156V~162Vで、発光輝度は $520\text{cd/m}^2 \sim 550\text{cd/m}^2$ が得られた。したがって、これらのガス放電パネルのいずれも、第1の実施の形態で述べたのと同様の作用および効果のあることが確認された。これは、第1の実施の形態で説明したバンド構造により保護層表面に多くの電子が存在できるためであることを補強するものといえる。

【0042】ここで、図7(A)に示す濃度分布の保護層106を有するガス放電パネルの放電開始電圧は156Vであり、図7(C)のように連続的な濃度分布の保護層を有するガス放電パネルよりも、さらに低い放電開始電圧が得られた。これは、濃度が大きく変化する点(A)の位置を放電空間側に位置するようにしたこと、電子が閉じ込められる領域を狭くすることが可能となり、放電空間側の表面により多くの電子が存在するようになったことによる。

【0043】(第3の実施の形態) 本発明の第3の実施の形態では、第1の実施の形態で作製したガス放電パネルにおいて、MgO膜中に添加元素として第V族から選択されたP原子を有する保護層106を用いた。MgO膜中のP原子の濃度分布は、図4に示すように形成した。このMgO膜の作製は、第1の実施の形態で説明した電子ビーム蒸着装置において、蒸発源であるベレット中のNaにかえてP原子を添加したMgOベレットを使用すれば容易に可能である。リン源としては、金属リンを用いてもよいし、リン化合物を用いることもできる。リン化合物としては、 $\text{Ca}_3\text{P}_2$ 、 $\text{GaPNa}$ 、 $\text{K}_3\text{P}$ 等の金属リン化合物、 $(\text{NH}_4)_3\text{HPO}_4$ 、 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 、 $\text{K}_3\text{PO}_4$ 、 $\text{K}_2\text{HPO}_4$ 、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{CaHPO}_4$ 、 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{FePO}_4$ 等のリン酸塩を用いてもよい。P原子の濃度分布も、前面板100の近傍に配置したSiウェーハ315上に形成



された膜のSIMS分析を行うことにより確認した。このような保護層を有するガス放電パネルを実施例3とよぶ。

【0044】第1の実施の形態と同様に、比較のために図5に示すような、膜厚方向に一定のP原子の濃度のMgO膜からなる保護層106を有するガス放電パネルと、P原子を全く含まないMgO膜からなる保護層106を有するガス放電パネルとを同様に作製した。一定濃度のP原子を有する保護層からなるガス放電パネルを比較例3とよび、P原子が添加されていない保護層からなるガス放電パネルを比較例4とよぶ。

【0045】これら3種類のガス放電パネルについて、同じ駆動電圧波形を用いて放電開始電圧を調べてみたところ、実施例3では160V、比較例3では175Vおよび比較例4では173Vであった。また、最も高い駆動電圧である175Vを印加して全白表示での輝度を評価したところ、実施例3では530cd/m<sup>2</sup>で、比較例3では460cd/m<sup>2</sup>および比較例4では470cd/m<sup>2</sup>であった。

【0046】このように保護層106中に含まれるP原子に濃度分布を設けることにより、その放電開始電圧を減少できたのはMgO中でP原子がO原子の格子位置に入り、アクセプタとしての働きをすることによるものである。この結果、Na原子の場合と同様に図6に示すようなバンド構造が得られ、保護層106内部に発生する拡散電位によって保護層106表面に電子がより多く存在するようになる。これにより、保護層106であるMgO膜表面からの電子放出がより促進され、結果として放電開始電圧が下がったものである。

【0047】一方、比較例3および比較例4では、アクセプタが保護層106表面に偏って存在しないために図6に示すような拡散電位が形成されない。このため、放電空間側の保護層表面に電子が集められ難くなり上記のような効果が現れない。ただ、比較例3の方が比較例4に比べて放電開始電圧がやや大きい理由は、第1の実施の形態と同様にP原子がアクセプタとして働き、P原子を含まない場合に比べてむしろMgO膜表面の電子の個数が減少するためである。

【0048】また、実施例3について、通常使用で5万時間連続動作相当の加速寿命試験を行ったところ、放電開始電圧に大きな変動はなく、安定であった。さらに、このパネルを割ってMgO膜を観察したところ、スパッタによる膜厚減少がほとんど無いことも確認された。なお、放電ガスとしては、Ne-Xeの混合ガスに限定されることはなく、これらのガスにMgO膜のスパッタ効果の少ないHeを混合して使用してもよい。

【0049】(第4の実施の形態) 本発明の第4の実施の形態では、MgOを主成分とし、この膜中のP原子の濃度分布を種々変化させた保護層106からなるガス放電パネルを作製した。保護層106中のP原子の濃度分

布は、図7(A)から(E)に示す分布形態とした。このような分布を有する保護層は、第2の実施の形態で説明したと同様な電子ビーム蒸着装置において、MgOベレット中にリンを適量添加したベレットを配置して、第2の実施の形態で説明したような蒸着方法により行えば容易に得られるので、説明は省略する。

【0050】これら5種類の保護層からなるガス放電パネルについて、第1の実施の形態で説明したと同様な評価を行った。この結果、すべてのガス放電パネルが15.5V~163Vの範囲に放電開始電圧を有し、また発光輝度は521cd/m<sup>2</sup>~554cd/m<sup>2</sup>であり、実施例3と同じ性能が得られた。また、第2の実施の形態と同様に、図7(A)のような濃度分布を有する保護層の場合が最も放電開始電圧が低くなり、濃度が大きく変化する点(A)の位置を放電空間側に設けることが効果的であることも確認された。

【0051】なお、第1から第4の実施の形態において、保護層106としてはMgO膜について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、周期表第II族の元素と周期表第VI族の元素とからなる化合物であれば同様の効果および作用が得られる。例えば、酸化カルシウム(CaO)、BaO、酸化セリウム(CeO<sub>2</sub>)等を用いてもよい。

【0052】また、保護層106中に分布させる周期表第I族の元素としては、Naに限定されることはなく、リチウム(Li)、カリウム(K)、ルビジウム(Rb)、セシウム(Cs)等を単独または複数使用してもよい。また、周期表第V族の元素としては、Pに限定されることはなく、窒素(N)、ヒ素(As)、アンチモン(Sb)、ビスマス(Bi)等を単独または複数使用してもよい。また、保護層106中に上記の第I族の元素と第V族の元素とを両方添加してもよい。これらの添加元素によるアクセプタとしての作用がより相乗されることになり、さらに二次電子放出の効率を向上できる。

【0053】本第1から第4の実施の形態においては、電子ビーム蒸着装置で保護層を形成したが、本発明は電子ビーム蒸着に限定されるものではなく、イオンプレーティング、スパッタリング等で作製してもよい。スパッタリングで作製する場合には、添加元素の濃度を変化させた複数個のターゲットを水平方向に配置し、これらのターゲット上を前面板が水平方向に移動しながら成膜することで、所定の添加元素の濃度分布を有する保護層を容易に形成できる。さらに、電子ビーム蒸着装置においても、電子ビーム蒸着源を水平方向に複数個配置し、基板をこれらの蒸着源上に水平方向に移動させながら成膜する装置構成でもよい。

【0054】なお、保護層106に添加する添加元素の量は、0.0001原子%以上で、20原子%が膜の結晶性を損なわず、本発明の特性を得られる望ましい量である。

【0055】

【発明の効果】本発明のガス放電パネルは、周期表第Ⅰ族と第Ⅴ族とを主成分元素とする保護層に、周期表第Ⅰ族と第Ⅴ族とから選択された少なくとも1つの添加元素を含み、この添加元素が誘電体層側から放電空間側に向かう膜厚方向において放電空間側の濃度が誘電体層側に比べて小さくなるよう形成した構成を有する。これにより、保護層中の放電空間側に電子の存在する割合を増加させることができるため、保護層の二次電子放出係数( $\gamma$ )を大きくできる。したがって、放電開始電圧を低減し、高輝度化が可能となり、明るく、明所でもコントラストの大きなガス放電パネルを実現できるという大きな効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態におけるガス放電パネル要部斜視図

【図2】同実施の形態のガス放電パネルの要部断面図

【図3】同実施の形態で保護層を形成するための電子ビーム蒸着装置の概略説明図

【図4】同実施の形態の保護層中の添加元素の膜厚方向の分布を示す図

【図5】比較例1および比較例3の保護層中の添加元素の膜厚方向の分布を示す図

【図6】同実施の形態の保護層についてのバンド構造を説明するための模式図

【図7】本発明の第2と第4の実施の形態による保護層中の添加元素の膜厚方向の分布を示す図

【符号の説明】

100 前面板

101 前面側基板

\*102 サスティン電極

102a, 103a 透明導電膜

102b, 103b バス電極

103 スキャン電極

104 表示電極対

105 誘電体層

106 保護層

107 ブラックマトリクス

110 背面板

111 背面側基板

112 アドレス電極

113 下地誘電体層

114 隔壁

115 蛍光体層

115a 蛍光体層(R光)

115b 蛍光体層(G光)

115c 蛍光体層(B光)

120 放電空間

301 基板ホルダー

302, 305, 314 電子銃

303, 306, 308 ハース

304 第1の電子ビーム蒸発源

307 第2の電子ビーム蒸発源

309 第3の電子ビーム蒸発源

310 ベルジャ

311 真空ポンプ

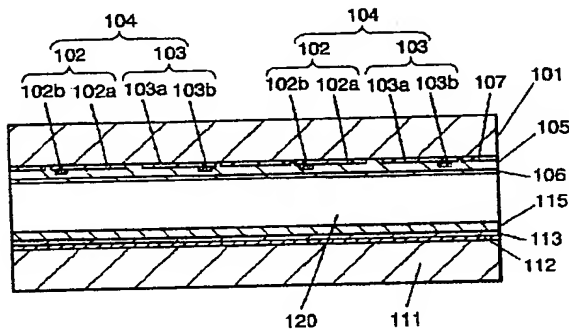
312 バルブ

315 Siウェーハ

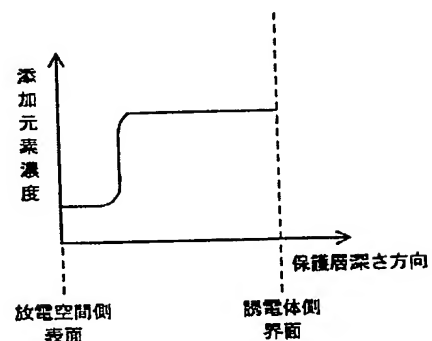
321, 322, 323 ベレット

\*30

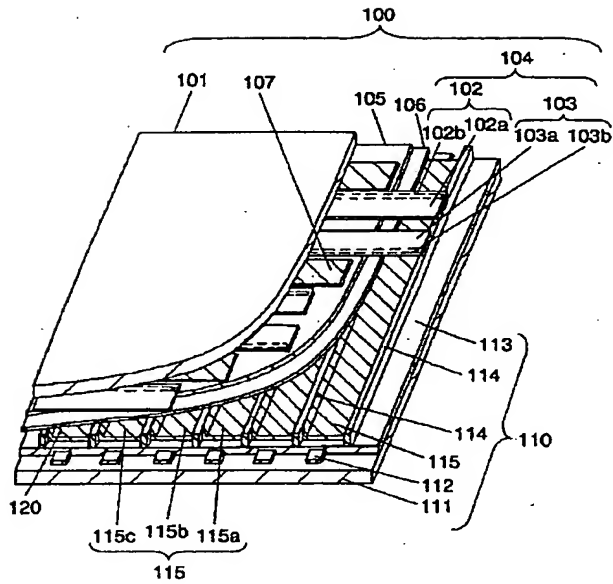
【図2】



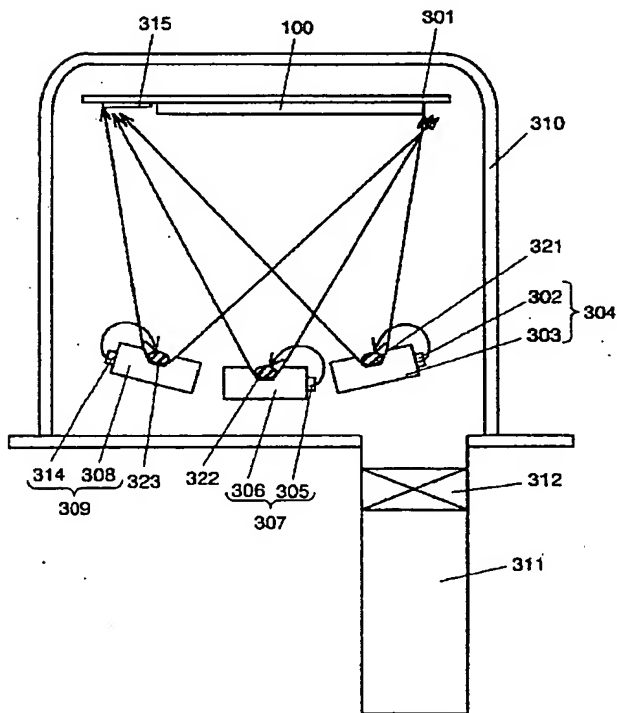
【図4】



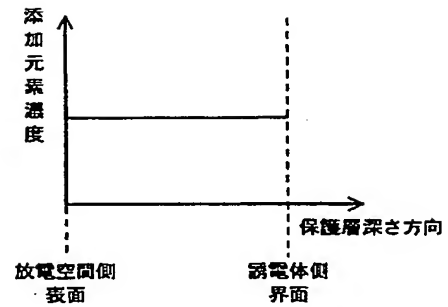
【図1】



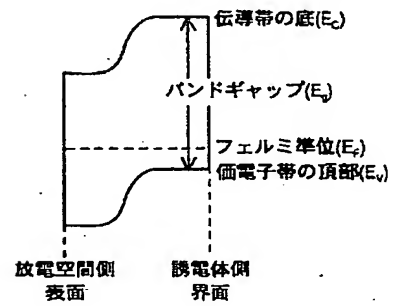
【図3】



【図5】



【図6】



【図7】

